

ГБ ОД
- 8 ДЕК 1998

На правах рукописи

МАГОМЕТ Ростислав Дмитриевич



**ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ
ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ШТРЕКОВ,
ЗАКРЕПЛЕННЫХ АНКЕРНОЙ КРЕПЬЮ,
НА УЧАСТКЕ МЕЖДУ СДВОЕННЫМИ ЛАВАМИ**

*Специальность 05.15.02 - Подземная разработка
месторождений
полезных ископаемых*

АВТОРЕФЕРАТ
Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург
1998

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном горном институте имени Г.В. Плеханова (техническом университете).

Научный руководитель – доктор технических наук,
профессор
Зубов Владимир Павлович

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
Розенбаум Марк Абрамович;
кандидат технических наук,
Павлов Игорь
Александрович

Ведущее предприятие – АО “Ростовгипрошахт”

Защита диссертации состоится “29” декабря 1998 г. в
13 часов 15 мин на заседании диссертационного Совета
Д. 063.15.01 при Санкт-Петербургском государственном
горном институте им. Г.В. Плеханова (техническом
университете) по адресу:
199026, г. Санкт-Петербург, 21 линия, д. 2, ауд. ____.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
института.

Автореферат разослан “27” ноября 1998 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Диссертационного Совета,
докт. техн. наук, профессор



Э.И. БОГУСЛАВСКИЙ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Острая конкуренция между поставщиками энергетического сырья, борьба за рынки сбыта угольной продукции в условиях ограниченного спроса и неизбежное усложнение условий отработки угольных пластов определяет необходимость постоянного совершенствования техники и технологии добычи и переработки угля.

В сложившихся условиях перехода к рыночным отношениям перед угледобывающими предприятиями остро встает проблема повышения конкурентоспособности добываемых углей. Наиболее актуальной эта проблема является для шахт Восточного района Донбасса, которые находятся в более неблагоприятном положении, чем, например, ближайшие конкуренты - шахты Кузнецкого и Печорского угольных бассейнов. Это объясняется специфическими горно-геологическими и горнотехническими условиями отработки угольных пластов: шахты обрабатывают в основном пласты, мощность которых не превышает 1,7 м; большая глубина работ, достигающая 1100-1200м; неустойчивые вмещающие породы кровли и почвы; наличие зон с интенсивной мелкоамплитудной нарушенностью.

Учитывая современное состояние угольной отрасли и отсутствие финансовой поддержки со стороны государства, к числу основных реально осуществимых направлений решения проблемы снижения издержек производства в условиях глубоких шахт Восточного Донбасса относится повышение уровня пространственной концентрации работ, а также применение менее металлоемких и более дешевых видов крепи участковых подготовительных выработок.

Значительное повышение уровня пространственной концентрации горных работ может быть достигнуто при использовании столбовых систем разработки сдвоенными лавами. Применение данных систем позволяет повысить уровень пространственной концентрации работ в 1,5-2 раза без дополнительных капитальных вложений. Однако, в настоящее

время внедрение данных систем сдерживается из-за нерешенности вопросов, связанных с обеспечением надежного поддержания подготовительных выработок на участке между сдвоенными лавами.

Расширение области применения этих систем разработки при бесцеликовой технологии отработки пластов еще больше осложнилось в связи с внедрением анкерной крепи в качестве основной крепи участков подготовительных выработок.

Отечественный и зарубежный опыт подземной разработки пластовых месторождений показывает, что анкерная крепь удовлетворительно выполняет свои функции в выработках, пройденных в нетронутом массиве. Применение же крепей данного вида для выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством, не обеспечивает безопасности работ в повторно используемых выработках и связано со значительными затратами на проведение мероприятий по охране выработок за лавой.

Цель работы. Разработка эффективных способов управления состоянием массива, обеспечивающих безопасность работ и устойчивость промежуточных штреков, закрепленных анкерной крепью, на участках между сдвоенными лавами.

Задачи исследований:

- установление характера и степени влияния основных геологических и горнотехнических факторов на устойчивость ярусных штреков, закрепленных анкерной крепью, и поддерживаемых на границе с выработанным пространством при отработке тонких и средней мощности пологих угольных пластов;

- исследование влияния очистных работ на интенсивность трещин эксплуатационного происхождения, возникающих в породах непосредственной кровли в местах возведения охранных сооружений;

- определение областей рационального использования анкерных крепей различных типов при отработке тонких и средней мощности пологих угольных пластов;

- разработка мероприятий, повышающих устойчивость промежуточных ярусных штреков, закрепленных

анкерной крепью, в периоды поддержания их в зонах влияния очистных работ.

Основная идея работы. Параметры анкерного крепления и охранных сооружений, возводимых для обеспечения устойчивости промежуточных штреков на участках между сдвоенными лавами, необходимо определять с учетом закономерностей процесса разрушения пород кровли в боках штреков в периоды нахождения их в зонах влияния очистных работ.

Защищаемые научные положения.

1. В условиях глубоких шахт одной из основных причин снижения устойчивости промежуточных ярусных штреков, закрепленных анкерной крепью, на участках между сдвоенными лавами являются трещины эксплуатационного происхождения, образующиеся в породах непосредственной кровли в боках штреков под воздействием очистных работ.

2. При использовании анкеров в качестве основной крепи промежуточных штреков сдвоенных лав, параметры анкерного крепления необходимо принимать с учетом закономерностей процесса деформирования вмещающих пород в периоды нахождения штреков в зонах влияния очистной выемки и податливости охранных сооружений, возводимых в выработанном пространстве на участке между сдвоенными лавами.

3. При отработке тонких и средней мощности пологих угольных пластов в условиях глубоких горизонтов шахт, устойчивость промежуточных штреков, закрепленных анкерной крепью, на участке между сдвоенными лавами обеспечивается при ослаблении угольного пласта в боках штрека на глубину 0.75-1.5 мощности пласта, производимого с неснижаемым опережением верхней лавы, превышающим ширину зоны опорного давления.

Достоверность научных положений и рекомендаций

подтверждается значительным объемом шахтных исследований с использованием известных апробированных методик, опытно-промышленной проверкой основных выводов и рекомендаций, удовлетворительной сходимостью прогнозируемых и фактически

наблюдаемых величин. В процессе выполнения работы проанализированы данные о состоянии и объемах ремонтно-восстановительных работ в более, чем 38 участковых подготовительных выработках ОАО “Ростовуголь” и “Гуковуголь”.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Установлено, что наблюдаемое при увеличении глубины ведения горных работ снижение устойчивости промежуточных ярусных штреков, закрепленных анкерной крепью, в период поддержания их в зонах влияния сдвоенных лав связано с изменением характера и степени нарушенности пород непосредственной кровли в боках штреков трещинами эксплуатационного происхождения.

2. Обоснована возможность существенного повышения устойчивости промежуточных ярусных штреков на участках между сдвоенными лавами путем создания в кровле штреков грузонесущих конструкций (плит) из скрепленных анкерами породных слоев, опорами для которых являются разгруженная от повышенного горного давления красная часть угольного пласта и охранные сооружения, возводимые на границе с выработанным пространством за опережающей лавой.

Практическая значимость:

- произведена оценка целесообразности и перспектив использования анкеров различных конструкций для крепления повторно используемых участковых подготовительных выработок в условиях глубоких шахт ОАО “Гуковуголь”;

- доказано, что химическое анкерование пород непосредственной кровли над красной зоной пласта и местами возведения охранных сооружений позволяет существенно повысить устойчивость промежуточных штреков в периоды их поддержания на участках между сдвоенными лавами;

- разработан способ повышения устойчивости промежуточных ярусных штреков, закрепленных анкерной крепью, при отработке пластов мощностью до 1.5-1.6 м в условиях глубоких горизонтов, позволяющий уменьшить конвергенцию на участках

штреков, расположенных между свдоснными лавами, на 15-25% и болсе;

- установлены численные значения интенсивности смещений пород в повторно используемых подготовительных выработках при отработке пластов k_2 и k_6 , знание которых позволяет болсе обоснованно подходить к выбору параметров анкерных крепей и способов охраны штреков за лавами.

Реализация результатов работы. Выводы и разработанные рекомендации использованы при проектировании технологических схем новых горизонтов, а также при решении оперативных вопросов, связанных с выбором способов охраны участковых подготовительных выработок на действующих шахтах ОАО "Гуковуголь". Установленные при проведении исследований закономерности процесса деформирования пород в промежуточных штреках свдосненных лав используются при чтении курсов лекций для студентов специальности 090200.

Личный вклад автора. Сформулированы цель и задачи исследований, разработаны методики проведения шахтных и аналитических исследований, выполнен анализ полученных результатов, определены параметры технологических схем обеспечения устойчивого состояния промежуточных штреков при отработке пластов свдоснными лавами.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались и получили положительную оценку на научных конференциях молодых ученых Санкт-Петербургского государственного горного института им. Г.В. Плеханова (технического университета) "Полезные ископаемые России и их освоение" (1996, 1997, 1998 гг.), научной конференции "Народное хозяйство Республики Коми" (г. Воркута, 1998 г.), технических советах шахт ОАО "Гуковуголь".

Публикации. Основное содержание диссертационной работы изложено в 7 публикациях.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа включает введение, пять глав, основные выводы и рекомендации,

список использованных литературных источников из 124 наименований.

Работа содержит 185 страниц: в том числе 16 таблиц, 52 рисунка, 143 страницы печатного текста.

Автор выражает благодарность за методическую помощь при определении направлений исследований и интерпретации полученных результатов научному руководителю проф. В.П. Зубову и сотрудникам кафедры РМПС, а также за помощь, оказанную при проведении шахтных исследований, техническому директору ОАО "Гуковуголь" к.т.н. Рутькову К.И., начальникам маркшейдерских и технических отделов шахт "Гуковская", "Обуховская", "им. 50-летия Октября".

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертации проанализирована специфика горно-геологических и горнотехнических условий поддержания повторно используемых участков подготовительных выработок на глубоких шахтах ОАО "Гуковуголь".

Во второй главе выполнен анализ применяемых на российских и зарубежных шахтах способов охраны промежуточных ярусных штреков в зонах влияния очистных работ при использовании столбовых систем разработки в варианте "сдвоенные лавы", а также дана оценка целесообразности использования известных способов охраны участков подготовительных выработок при отработке пластов в условиях шахт ОАО "Гуковуголь".

В третьей главе проанализирован опыт крепления подготовительных выработок анкерной крепью различных конструкций, произведена оценка областей применения анкерной крепи в качестве основной крепи промежуточных штреков сдвоенных лав.

В четвертой главе приведены результаты шахтных исследований процесса деформирования породного массива в окрестностях участков ярусных штреков, поддерживаемых в зонах влияния очистных работ, а также данные наблюдений за

смещениями пород кровли в ярусных штреках для различных периодов их существования.

В пятой главе на основании обобщения результатов исследований приведены мероприятия, рекомендуемые для повышения устойчивости промежуточных ярусных штреков, закрепленных анкерной крепью, на участках между сдвоенными лавами. Определены параметры рекомендуемых способов и области их рационального использования.

Основные результаты работы отражены в следующих защищаемых научных положениях:

1. В условиях глубоких шахт одной из основных причин снижения устойчивости промежуточных ярусных штреков, закрепленных анкерной крепью, на участках между сдвоенными лавами являются трещины эксплуатационного происхождения, образующиеся в породах непосредственной кровли в боках штреков под воздействием очистных работ.

Исследования процессов деформирования участковых подготовительных выработок проведены в условиях отработки пластов I_6 , $K^{1-в}$, $I^{1-п}$, K_2 и $K^п$ на шахтах ОАО "Гуковуголь" и шахте "Обуховская" для следующих диапазонов изменения горно-геологических условий. Мощности разрабатываемых пластов составляли 0.7-1.8 м, углы падения пластов 18-25°. Породы непосредственной кровли пластов были представлены в основном глинистыми или песчано-глинистыми сланцами с пределами прочности на одноосное сжатие 25-65 МПа, основной кровлей являлись прочные песчаники или известняки.

Исследования проведены для различных периодов существования повторно используемых ярусных штреков, пройденных на глубинах, характеризующихся значениями коэффициента условий $\eta=0.3\div 0.8$ ($\eta=\gamma H/\sigma_{сж}^{кр}$, где γ - средневзвешенная плотность пород покрывающей толщи, H - глубина ведения работ, $\sigma_{сж}^{кр}$ - предел прочности пород непосредственной кровли пласта на одноосное сжатие).

В качестве дополнительной информации при анализе влияния различных горно-геологических и горнотехнических

факторов на процессы деформирования подготовительных выработок использованы данные аналогичных исследований других авторов, опубликованные в открытой печати. В частности, были использованы результаты инструментальных наблюдений в условиях шахт Восточного района Донбасса, полученные К.Н. Лазченко, В.П. Зубовым, К.И. Рутковым, В.В. Райским и другими.

Выполненные исследования показали, что на участках промежуточных штреков, расположенных в зонах влияния опережающей и отстающей сдвоенных лав реализуется около 65% суммарных смещений в промежуточном штреке за весь срок его существования. При этом, величины опусканий пород кровли на участке штрека между сдвоенными лавами достигают 400-700 мм и более.

При использовании анкерных крепей одной из основных причин значительных смещений, а также самопроизвольных обрушений пород кровли в штреках являются трещины эксплуатационного происхождения, образующиеся в непосредственной кровле пласта в боках штреков, под воздействием очистных работ.

Шахтные исследования состояния кровли показали, что в окрестности подготовительной выработки, пройденной в нетронутым массиве, наблюдается, как правило, одна система трещин (трещины первой системы), ориентированных примерно параллельно оси подготовительной выработки. Раскрытие этих трещин происходит по плоскостям, расположенным под углом около $70-75^{\circ}$ к напластованию пласта. Поверхности, ограничивающие трещины, наклонены в сторону выработки.

Результаты наблюдений в печах, пройденных в боках штреков со стороны обрабатываемой лавы, свидетельствуют о том, что по мере приближения очистного забоя частота трещин первой системы возрастает, достигая максимальных значений на расстоянии 20-30 м за лавой. В дальнейшем, после обнажения кровли очистными работами, частота трещин первой системы в породах непосредственной кровли практически не изменяется.

На удалении от ярусных штреков, превышающем 0.4-0.6 мощности пласта, наблюдается закономерность в изменении интенсивности трещиноватости по мере увеличения расстояния до штрека: число трещин в направлении, перпендикулярном оси штреков, на единицу длины уменьшается, причем наиболее существенное снижение интенсивности трещиноватости наблюдается на удалении от штрека, равном 1.5-2.5 мощностям пласта.

Закономерностей изменения частоты трещин над зоной интенсивного отжима угля (0.4-0.6 м_{пл}) не установлено.

За опережающей лавой происходит также увеличение интенсивности нарушенности пород непосредственной кровли в областях, расположенных над неподвижной красной зоной угольного массива. При залегании над пластом глинистых сланцев мощностью до 1.5 м число трещин на 1 м в направлении, перпендикулярном оси штрека, в этих областях может возрастать до 10-12. Глубина распространения в массив нарушенной трещинами области достигает 8-10 м.

Отрицательное влияние трещин первой системы, образующихся в породах непосредственной кровли в боках штрека, на устойчивость промежуточных штреков объясняется тем, что данные трещины отделяют породные слои, находящиеся в кровле штрека, от их продолжения в массиве. Скрепленные анкерами слои не имеют опоры на краевую зону угольного пласта и охранные сооружения. При отработке пластов с породами непосредственной кровли большой мощности, т.е. когда анкерная крепь устанавливается по принципу "сшивания" слоев кровли, возможны самопроизвольные обрушения пород вместе с анкерной крепью.

На участке между сдвоенными лавами состояние кровли резко ухудшается в связи с образованием трещин второй системы. Возникновение этих трещин связано с выемкой пласта опережающей лавой. На участках кровли, находящихся на значительном удалении от штреков, трещины второй системы располагаются примерно параллельно линии очистного забоя, на

участках, прилегающих к штрекам, они ориентированы под углом $30-60^\circ$ к осям штреков.

Существенное ухудшение состояния обнаженных пород непосредственной кровли наблюдается в местах пересечения трещин первой и второй систем. Эти места обычно расположены на удалении 15-25 м от опережающей лавы.

Динамика интенсивности трещин эксплуатационного происхождения в зонах влияния очистных работ при системах разработки одинарными и двоянными лавами характеризуется графиками на рис. 1 и рис. 2.

При отработке одинарных лав (рис. 1) увеличение интенсивности трещин зафиксировано на расстоянии до лавы менее 0.5 ширины зоны опорного давления. Так, число трещин на 1 м в направлении, перпендикулярном оси штрека, в условиях отработки пласта K^{1-8}_5 составляет в среднем 2-5. Максимальная частота трещин зафиксирована на удалении от штрека, равном 0.6-1.5 вынимаемой мощности пласта. Глубина распространения отдельных трещин в массив со стороны обрабатываемой лавы достигает 10-12 м.

За лавой на участке a_1 (рис. 1), равном 15-20 м, интенсивность трещиноватости пород кровли практически не изменяется. При $S > a_1$ наблюдается значительное, в 2-2.5 раза увеличение частоты трещин. Следует отметить, что отмеченное увеличение частоты трещин на участках, расположенных за лавой при $S > a_1$, связано с образованием трещин второй системы.

При отработке пласта K^{1-8}_5 с использованием системы разработки двоянными лавами (рис. 2) интенсивность трещиноватости пород непосредственной кровли в значительной степени определяется расстоянием между лавами. С уменьшением этого расстояния области с повышенной нарушенностью кровли взаимно пересекающимися трещинами эксплуатационного происхождения приближаются к опережающей лаве. Данное обстоятельство необходимо учитывать при определении параметров способов охраны промежуточных штреков на участке между лавами и выборе расстояния между лавами. По фактору нарушенности

кровли над охранными сооружениями рациональным при отработке пласта K^{1-n}_5 является расстояние между лавами, равное 40-50м.

2. При использовании анкеров в качестве основной крепи промежуточных штреков сдвоенных лав, параметры анкерного крепления необходимо принимать с учетом закономерностей процесса деформирования вмещающих пород в периоды нахождения штреков в зонах влияния очистной выемки и податливости охранных сооружений, возводимых в выработанном пространстве на участке между сдвоенными лавами.

Анализ опыта поддержания участковых подготовительных выработок, поддерживаемых на границе с выработанным пространством, показал, что к числу факторов, оказывающих существенное влияние на устойчивость выработок, относится интенсивность и характер нарушения трещинами эксплуатационного происхождения пород непосредственной кровли над охранными сооружениями, возводимыми за лавой.

С увеличением степени нарушения кровли в областях, расположенных над охранными сооружениями (кострами, тумбами из плит БЖБТ, органной крепи и т.д.), величины опусканий пород кровли в охраняемых выработках возрастают. Это связано с тем, что охранные сооружения из-за повышенной податливости разрушенных пород кровли не выполняют своих функций как несущие конструкции: опускания кровли определяются не рабочей характеристикой охранного сооружения ($P=f(h)$, где P – реакция крепи, h – ее податливости), а деформационными характеристиками разрушенных пород кровли.

В ряде случаев наблюдается высыпание пород кровли с образованием полостей над охранными сооружениями. Данные ситуации обычно характеризуются значительными по величине и динамичными осадками пород кровли, приводящими к деформированию крепи выработок.

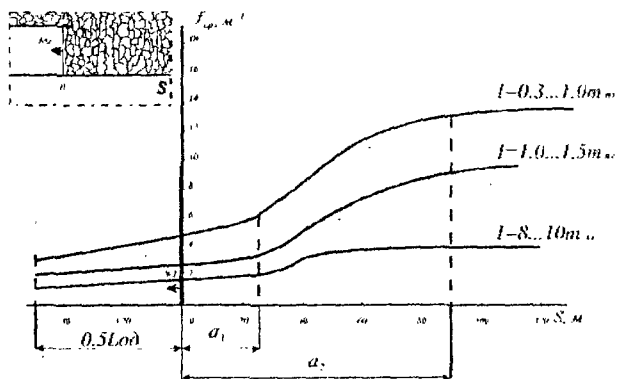


Рис. 1. Динамика изменения интенсивности трещин эксплуатационного происхождения в зонах влияния очистных работ при отработке одинарной лавы: l - расстояние от откаточного штрека; $m_{пл}$ - мощность пласта; S - расстояние до лавы; $L_{оп}$ - ширина зоны опорного давления

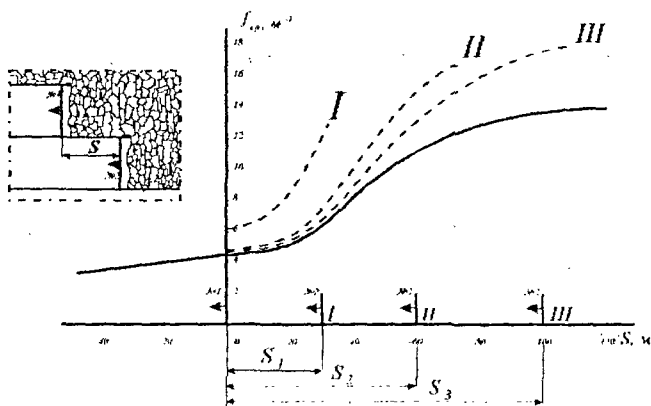


Рис. 2. Динамика изменения интенсивности трещин эксплуатационного происхождения в зонах влияния очистных работ при отработке двоярных лав; S - расстояние между двоярными лавами; I, II, III - месторасположение отстающей лавы при величине расстояний между лавами, соответственно, равном S_1, S_2, S_3 .

Шахтные наблюдения в условиях отработки угольных пластов на шахтах ОАО "Гуковуголь" показали, что подготовительные выработки, закрепленные анкерами и охраняемые бутовыми полосами, деревянными органичными рядами или кострами, при величинах опускания кровли до 300-500мм, сохраняют безопасное состояние.

При опусканиях пород кровли до 100мм, для крепления ярусных штрехов могут быть использованы анкеры с легкой оболочкой из полосовой стали или каната; при опусканиях кровли 100-200мм целесообразно применение комбинированной крепи, состоящей из обычной рамной крепи с усилением ее элементов анкерами.

Выполненные исследования показали, что проблема обеспечения устойчивого и безопасного состояния промежуточного штрека при использовании анкеров в качестве основной крепи не может быть решена без применения дополнительных способов предотвращения опусканий кровли. В связи с этим встает вопрос о выявлении областей рационального применения известных способов охраны в сочетании с анкерами различных конструкций.

Как следует из графика, представленного на рис. 3, податливые анкеры в сочетании с охраной выработки кострами из круглого леса могут быть использованы при мощности пластов ($m_{пл}$) до 1.2 м; в сочетании с кострами из шпального бруса - при $m_{пл} \leq 1.7$ м. Анкерная крепь с химическим закреплением при длине анкера более 1.5 м в сочетании с кострами из круглого леса может быть рекомендована для использования при мощности пластов до 0.8 м; в сочетании с кострами из шпального бруса - при $m_{пл} \leq 1.25$ м; в сочетании с породными полосами - при $m_{пл} \leq 1.25$ м; в сочетании с органичной крепью - при $m_{пл} \leq 2.5$ м.

Областью использования комбинированных анкеров в сочетании с органичной крепью являются пласты, мощностью до 1.25 м; в сочетании с литыми полосами из быстротвердеющих материалов пласты с $m_{пл} \leq 2.5$ м.

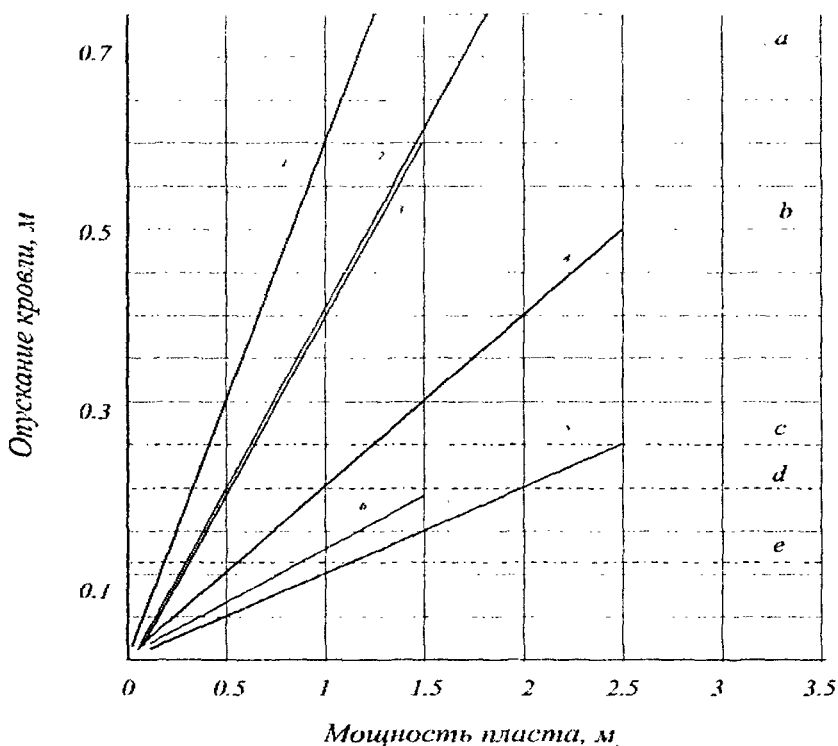


Рис. 3. Номограмма для оценки областей эффективного использования различных конструкций анкерной крепи:

1- костры из круглого леса; 2- костры из шпального бруса; 3- породные полосы; 4- органная крепь; 5- литые полосы из быстротвердеющих материалов; 6- тумбы железобетонные;

а- податливые анкеры; б- анкеры с химическим закреплением при длине анкера более 1.5 м; в- комбинированные анкеры; д- анкеры с химическим закреплением при длине анкера менее 1.5 м; е- анкеры с механическим (замковым) закреплением.

Анкеры с химическим закреплением при длине анкера до 1.5 м в сочетании с органичной крепью могут быть использованы при мощности пластов до 1.0 м; в сочетании с литыми полосами из быстротвердеющих материалов при $m_{ли} \leq 2.0$ м; в сочетании с тумбами из железобетонных блоков при $m_{ли} \leq 1.75$ м. Анкерная крепь с механическим (замковым) закреплением в сочетании с литыми полосами из быстротвердеющих материалов может быть рекомендована при мощности пластов до 1.0 м.

3. При отработке тонких и средней мощности пологих угольных пластов в условиях глубоких шахт устойчивость промежуточных штреков, закрепленных анкерной крепью на участке между двоянными лавами обеспечивается при ослаблении угольного пласта в боках штрека на глубину 0.75-1.5 мощности пласта, производимого с неснижаемым опережением верхней лавы, превышающим ширину зоны опорного давления.

Наблюдаясь, с увеличением глубины работ, снижение устойчивости повторно используемых ярусных штреков, закрепленных анкерной крепью, связано с переходом в предельное состояние угольного пласта и пород кровли в боках штреков, а также повышенной нарушенностью непосредственной кровли над охраняемыми сооружениями, возводимыми на границе с выработанным пространством.

Проведенные исследования позволили выдвинуть гипотезу о возможности обеспечения устойчивости промежуточных штреков на участках между двоянными лавами путем создания в кровле выработки грузонесущих конструкций (плит) из скрепленных анкерами породных слоев, опорами для которых являются разгруженная от повышенного горного давления краевая часть угольного пласта и искусственные сооружения, возводимые в выработанном пространстве для охраны штрека. Выдвинутая гипотеза послужила основанием для разработки способа повышения устойчивости промежуточных штреков, закрепленных анкерной крепью на участках между двоянными лавами (рис. 4).

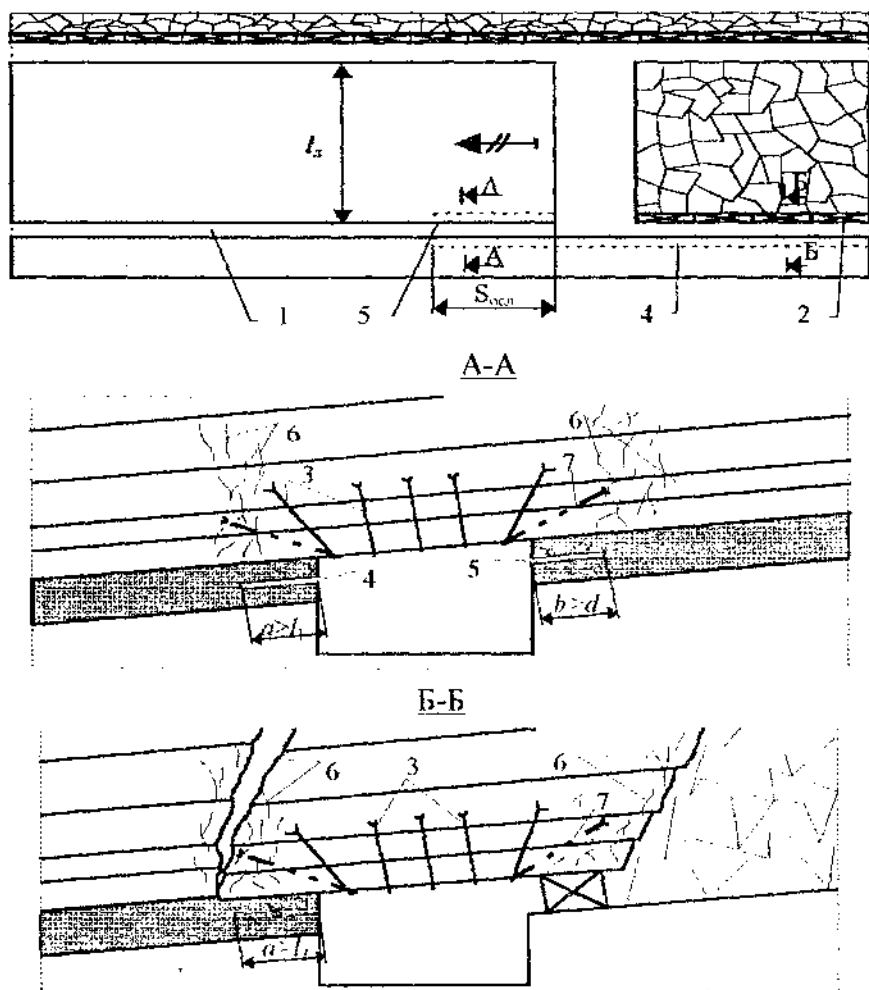


Рис. 4. Схема способа повышения устойчивости промежуточных штрков, закрепленных анкерной крепью:

1- промежуточный штрк; 2-охранное сооружение; 3-анкер с замковым закреплением в шурах; 4,5-полость ослабления; 6-трещины в породах непосредственной кровли; 7 - анкеры с химическим закреплением в шурах по всей их длине

Сущность способа заключается в следующем. С неснижаемым опережением забоя лавы производится ослабление пласта полезного ископаемого в боках подготовительной выработки путем, например, создания в нем щели, бурения в пласте скважин или взрывания в пласте камуфлетных зарядов. При этом, податливость пласта полезного ископаемого повышается до величин, не превышающих податливости охранных сооружений, возводимых за лавой.

Ослабление пласта полезного ископаемого с неснижаемым опережением забоя лавы позволяет разгрузить от повышенных напряжений области массива пород кровли, расположенные непосредственно над боками участковой подготовительной выработки и переместить зоны повышенных напряжений вглубь массива. Даже если разрушение пород кровли пласта в этих зонах и произойдет, это не окажет существенного влияния на устойчивость пород кровли выработки: кровля выработки будет представлена породными плитами, опирающимися на массив полезного ископаемого в боках выработки.

Глубину ослабления пласта "а" (рис. 4) со стороны нетронутого массива принимают больше глубины распространения в массив зоны "I₁" интенсивного разрушения пород непосредственной кровли над краевой зоной пласта, прилегающей к выработанному пространству. При выполнении этого условия, формируемые в кровле штрека породные плиты будут иметь опору над краевой зоной пласта, расположенной со стороны нетронутого массива, что исключает их дополнительные опускания.

Глубину ослабления пласта со стороны выработанного пространства "b" (рис. 4) принимают не менее ширины охранных сооружений, возводимого для охраны выработки. При выполнении данного условия над охранным сооружением будут расположены ненарушенные породы кровли, а область повышенного разрушения кровли будет находиться над выработанным пространством.

Податливость пласта полезного ископаемого повышают до величин, не превышающих податливости искусственных сооружений. При выполнении этого условия создаются более

благоприятные условия для обрушения пород кровли в выработанном пространстве, а, следовательно, нагрузки на искусственное сооружение являются минимальными.

Максимальный эффект от использования заявляемого способа достигается при отработке пологих пластов мощностью до 1.5-2.0 м. В этих условиях затраты на поддержание повторно используемых выработок могут быть снижены на 40-50% и более.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе содержится решение актуальной задачи повышения устойчивости ярусных промежуточных штреков, закрепленных анкерной крепью, на участках между сдвоенными лавами за счет использования разработанных мероприятий по управлению состоянием массива пород в окрестности штреков в периоды нахождения их в зонах влияния очистных работ.

Основные научные и практические результаты исследований, заключаются в следующем:

1. При фактически сложившемся состоянии технологических схем глубоких шахт ОАО "Гукувоголь" существенное снижение издержек производства и повышение конкурентоспособности добываемого угля реально может быть достигнуто при расширении до 70-80% и более области использования столбовых систем разработки в варианте "сдвоенные лавы" и внедрении анкерных крепей в качестве основных крепей участковых подготовительных выработок. В настоящее время доля столбовой системы разработки в варианте "сдвоенные лавы" не превышает 35%, анкерной крепью закреплено менее 15% выработок.

2. К числу основных факторов, сдерживающих внедрение столбовой системы разработки в варианте "сдвоенные лавы" относится отсутствие надежных технических решений, обеспечивающих устойчивое состояние промежуточных штреков, закрепленных анкерной крепью, в периоды поддержания их в зонах влияния очистных работ. Величины смещений пород в штреках в эти периоды достигают 65-75% и более от общих смещений, зафиксированных за весь срок службы штреков.

3. Установлено, что наблюдаемое при увеличении глубины ведения горных работ снижение устойчивости промежуточных штреков в период поддержания их на участках между свдосипными лавами, связано с изменением характера и степени нарушенности пород непосредственной кровли пласта в боках штреков трещинами эксплуатационного происхождения. При отработке пластов, в кровле которых залегают глинистые и песчано-глинистые сланцы с пределом прочности на одноосное сжатие менее 35-40 МПа, эти трещины являются основной причиной вывалов пород кровли в штреках, закрепленных анкерной крепью, а также дополнительных опусканий кровли, связанных с повышенной ее нарушенностью в областях, расположенных над охранными сооружениями.

4. К числу основных факторов, оказывающих основное влияние на выбор типов анкеров и параметров анкерного крепления в промежуточных штреках свдвоенных лав, относятся: глубина ведения работ, структура и физико-механические свойства пород непосредственной кровли, рабочая характеристика охранного сооружения, расстояние между свдвоенными лавами.

В наиболее неблагоприятных условиях глубоких шахт, характеризующихся относительно слабыми породами непосредственной кровли и труднообрушающимися породами основной кровли, целесообразно одновременно использовать три вида анкеров: с замковым закреплением в шпуре для создания над штреком грузонесущей конструкции; с химическим закреплением в шпуре – для упрочнения пород непосредственной кровли в областях, расположенных над охранными сооружениями и краевыми частями угольного массива; тросовые анкеры – для уменьшения нагрузок на охранные сооружения.

5. Повышенная нарушенность пород непосредственной кровли над охранными сооружениями, возводимыми за опережающей лавой для обеспечения устойчивости промежуточного штрека на участке между лавами, связана с двумя основными системами трещин эксплуатационного происхождения. Формирование первой системы трещин, ориентированных примерно

параллельно штреку, происходит главным образом в зоне опорного давления опережающей лавы. Трещины второй системы, образующиеся в выработанном пространстве опережающей лавы, ориентированы под углом $30-60^\circ$ к оси штрека.

6. По фактору нарушенности пород непосредственной кровли в областях, расположенных над охранными сооружениями, максимальное расстояние между сдвоенными лавами следует принимать:

- 10-15 м – при обработке пластов, в кровле которых залегают глинистые или песчано-глинистые сланцы с пределами прочности на одноосное сжатие до 35-40 МПа и суммарной мощностью слоев более 6-8 мощности угольного пласта;

- 30-35 м – при мощности непосредственной кровли менее 5-6 мощностей угольного пласта и основной кровлей, представленной труднообрушающимися породами.

7. Разработан способ повышения устойчивости промежуточных ярусных штреков на участке между сдвоенными лавами, сущность которого заключается в создании в кровле штрека грузонесущей конструкции (плиты) из скрепленных анкерами породных слоев, опорами для которой являются разгруженная от повышенного горного давления краевая часть угольного массива и охранные сооружения, возводимые в выработанном пространстве за опережающей лавой.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Влияние горнотехнических факторов на эффективность использования анкерных крепей. “Полезные ископаемые России и их освоение”. Тезисы докладов. СПГГИ(ТУ), 1996.

2. Оценка целесообразности использования анкерной крепи в промежуточных штреках при системах разработки сдвоенными лавами. Сб. Трудов СПГГИ (ТУ), 1996.

3. Целесообразность использования анкерной крепи в промежуточных штреках при системах разработки двоянными лавами. "Полезные ископаемые России и их освоение". Тезисы докладов. СПГГИ(ТУ), 1997.

4. Особенности поддержания промежуточных штреков в зоне влияния двоянных лав. "Полезные ископаемые России и их освоение". Тезисы докладов. СПГГИ(ТУ), 1998.

5. Особенности деформирования промежуточных штреков на участке между двоянными лавами. "Народное хозяйство Республики Коми", Воркута, 1998 (соавторы Зубов В.П., Рутьков К.И.).

6. Определение эффективности применения анкерной крепи. "Народное хозяйство Республики Коми", Воркута, 1998.

7. Проблемы повышения эффективности отработки тонких и средней мощности пластов. "Народное хозяйство Республики Коми", Воркута, 1998. (соавторы Черняков Д.А., Ваулин Б.А.).